

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①① N° de publication :  
(A n'utiliser que pour  
le classement et les  
commandes de reproduction.)

2.117.767

②① N° d'enregistrement national :  
(A utiliser pour les paiements d'annuités,  
les demandes de copies officielles et toutes  
autres correspondances avec l'I.N.P.I.)

70.45380

①③  
DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION

1<sup>re</sup> PUBLICATION

②② Date de dépôt ..... 16 décembre 1970, à 15 h 34 mn.

④① Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — «Listes» n. 30 du 28-7-1972.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.) F 25 d 3/00//B 29 c 17/00; B 29 h 9/00.

⑦① Déposant : L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ ANONYME POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION  
DES PROCÉDÉS GEORGES CLAUDE, résidant en France.

Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire :

⑤④ Procédé et dispositifs pour l'usinage de matériaux mous.

⑦② Invention de : Maurice Caillat et Georges Perrin.

③③ ③② ③① Priorité conventionnelle :

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention - PARIS (15<sup>e</sup>)

BEST AVAILABLE COPY

L'invention vise un procédé de refroidissement cryogénique, notamment pour l'usinage de matériaux mous à la température ordinaire, ainsi que des dispositifs pour la mise en oeuvre de ce procédé.

On sait que l'usinage des matériaux mous, notamment la rectification du caoutchouc, en particulier pour la fabrication de cylindres d'imprimerie, ne peut généralement s'effectuer que très lentement, à la meule, avec des profondeurs de passe et des vitesses d'avance très faibles (environ 0,1 mm pour une passe de finition).

La quantité de chaleur dégagée est considérable, les meules s'encrassent et éclatent souvent sous l'effet de la chaleur. En outre, les ateliers d'usinage répandent des odeurs fort désagréables.

On a déjà apporté une importante amélioration à cet usinage en pulvérisant de l'azote liquide sur la pièce à usiner et/ou l'outil, au moyen de buses.

Cependant, cette pulvérisation présente des inconvénients : une grande partie des gouttelettes de liquide cryogénique n'est pas utilisée ; en effet, l'échange de chaleur en régime de caléfaction, avec l'outil ou la pièce est très lent et les gouttes rebondissent avant d'avoir cédé leurs frigories. De ce fait, pour obtenir un niveau de température convenable, la déperdition qui résulte de cet échange incomplet doit être compensée par une augmentation du débit et de la vitesse d'éjection.

Une conséquence est que la consommation d'azote est en général prohibitive, bien que l'amélioration des conditions d'usinage soit très sensible : les passes peuvent être portées à 2 mm.

Un but de la présente invention est de supprimer les inconvénients inhérents au procédé de refroidissement par pulvérisation et de fournir un procédé évitant pratiquement toute perte de liquide et permettant un coefficient d'échange thermique très amélioré, ce qui entraîne une réduction très importante de la consommation en fluide cryogénique et rend le procédé beaucoup plus économique.

Un autre but de l'invention est de fournir des dispositifs de réalisation simples et économiques pour la mise en oeuvre de ce procédé.

Le procédé selon l'invention, destiné particulièrement à l'usinage d'objets réalisés dans un matériau mou à la température ordinaire, tel que matière plastique ou caoutchouc, dans lequel on utilise un courant d'un fluide cryogénique, est caractérisé en ce qu'on dirige sur la zone d'usinage de l'objet, un jet de gaz obtenu par vaporisation de ce courant de fluide, cette vaporisation étant effectuée, dans le voisinage immédiat de ladite zone et la chaleur de vaporisation étant prise en majeure partie au dit objet par rayonnement et par convection forcées.

Grâce à ce procédé, le coefficient d'échange thermique est très amélioré par rapport au procédé par pulvérisation, car la vitesse de sortie du gaz, juste après vaporisation, est beaucoup plus importante que celle du liquide pulvérisé.

En outre, par une conception judicieuse du dispositif dans lequel s'effectue la vaporisation, on peut éviter toute perte de liquide.

Il est encore possible d'améliorer le rendement du procédé selon l'invention, en obtenant un échange thermique plus complet. Dans ce but, selon une autre caractéristique de l'invention, une partie au moins du courant de fluide cryogénique en cours de vaporisation est maintenue en contact d'échange thermique, par conduction à travers une paroi, avec l'objet à usiner, en amont de la zone d'usinage.

Selon une autre caractéristique de l'invention, on isole thermiquement de l'air ambiant le courant de fluide en cours de vaporisation, en dehors de ses régions d'échange thermique avec l'objet à usiner.

L'invention prévoit également des dispositifs pour la mise en oeuvre du procédé ci-dessus.

Elle prévoit notamment un élément évaporateur-radiateur, caractérisé en ce qu'il comprend une enceinte fermée dans laquelle pénètre un canal d'arrivée de fluide cryogénique et dans laquelle est ouvert au moins un orifice pour la projection du gaz provenant de la vaporisation de ce fluide, des moyens de diffusion et d'échange thermique étant disposés entre le débouché du fluide dans l'enceinte et l'orifice de projection, et caractérisé en outre en ce que ladite enceinte comporte une face radiante qui est au contact des moyens d'échange thermique et est adaptée à épouser sensiblement le contour de l'objet à usiner.

Selon une autre disposition prévue par l'invention, la paroi de l'enceinte, à l'exception de la surface radiante, est revêtue d'une isolation thermique. Cette isolation thermique peut être avantageusement une couche de mousse de polyuréthane recouverte d'une feuille d'aluminium poli.

Grâce à ces dispositions et à quelques autres complémentaires, qui seront décrites plus en détail ci-après, on obtient un bon rendement thermique du dispositif, la zone à usiner étant refroidie, non seulement par la projection du gaz, mais aussi par rayonnement et convection par échange avec la face radiante du dispositif.

L'invention prévoit encore des dispositifs plus élaborés, faisant appel à des échanges thermiques par conduction directe de ce dispositif avec l'objet à usiner.

Ce genre de dispositifs est caractérisé en ce qu'il comprend un tambour rotatif pressé élastiquement contre l'objet à usiner, ledit tambour contenant un évaporateur axial communiquant en amont avec une chemise annulaire ménagée entre ledit évaporateur et la paroi interne dudit tambour, et reliée à une source de fluide cryogénique, et en aval avec des orifices de décharge vers l'objet à usiner.

On réalise ainsi simultanément, entre le dispositif et l'objet à usiner, des échanges thermiques par rayonnement et par convection du fait des gaz froids déchargés vers l'objet, et par conduction par contact direct de la paroi du tambour refroidie par le courant de fluide cryogénique avec l'objet.

5 L'invention sera d'ailleurs mieux comprise à l'aide de la description suivante donnée uniquement à titre d'exemple, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

La figure 1 est une vue schématique en coupe longitudinale d'une forme de réalisation d'un élément évaporateur-radiateur pour la réalisation du procédé de l'invention :

10 La figure 2 est une vue en coupe, selon la ligne II-II de la figure 1, de ce même élément ;

Les figures 3 et 4 montrent un exemple d'utilisation d'un élément évaporateur-radiateur selon l'invention, respectivement en bout et de dessus ;

15 La figure 5 montre en vue en bout une variante de réalisation du dispositif selon le procédé de l'invention ;

La figure 6 est une coupe longitudinale d'un autre dispositif, faisant appel à la conduction thermique ;

20 La figure 7 représente en coupe longitudinale une variante du dispositif selon la figure 6 ;

La figure 8 représente en coupe longitudinale une autre variante du dispositif de la figure 6 ;

La figure 9 représente en coupe transversale une variante du dispositif de la figure 7.

25 L'élément évaporateur-radiateur selon les figures 1 et 2, pour le procédé selon l'invention, comporte une enceinte 11 de forme parallélépipédique dans laquelle est disposé un serpentin tubulaire 13 dont une extrémité 14 est reliée à une source de fluide cryogénique, par exemple d'azote liquide, et dont l'autre extrémité 15 débouche dans l'enceinte au voisinage d'une extrémité de celle-ci. Une

30 série d'orifices 16 est ménagée dans une face de l'enceinte, vers l'extrémité opposée au débouché 15 du serpentin. Un matériau diffusant 17 en même temps bon conducteur thermique, par exemple du tricot de cuivre, est placé dans l'enceinte autour du serpentin. Pour mieux s'adapter à un objet cylindrique, par exemple, l'enceinte 11 peut être incurvée.

35 Les figures 3 et 4 montrent un exemple d'utilisation d'un élément analogue à celui précédemment décrit.

L'objet à usiner est un cylindre 20, par exemple un cylindre d'imprimerie en caoutchouc, qu'attaque une meule 21 entraînée par un moteur 71. L'élément de refroidissement évaporateur-radiateur 23, est incurvé de manière à épouser le contour du cylindre. Il comporte des orifices de projection 24, analogues

aux orifices 16 précédents, ménagés dans la face 25 de l'élément en regard de la paroi du cylindre. La face convexe de cet élément est recouverte d'une couche d'isolation thermique 27 constituée par exemple d'une couche de mousse de polyuréthane revêtue d'une feuille d'aluminium poli 70. Le fluide cryogénique se vaporise dans l'élément en empruntant, du fait de son isolation, la majeure partie de sa chaleur de vaporisation au cylindre, par rayonnement et convection entre le cylindre et la face 25 ; le gaz froid résultant de la vaporisation est fortement projeté sur la paroi du cylindre, dans la zone d'usinage.

La figure 5 montre une variante de réalisation dans laquelle le dispositif de refroidissement consiste en une série d'éléments 30 analogues à l'élément 10 des figures 1 et 2, articulés entre eux par des articulations 31, chaque élément 30 comportant en plus une isolation thermique 32. Ces éléments 30 constituent une surface polygonale, entourant par leurs faces radiantes 33 la pièce à usiner 35.

L'articulation 31 peut être avantageusement constituée par une charnière ou paumelle démontable d'un modèle connu en soi. Grâce à ces articulations on peut disposer autant d'éléments qu'on le désire et les adapter au diamètre de la pièce à usiner.

La figure 6 montre une forme de réalisation plus élaborée du dispositif pour réaliser le procédé de l'invention. Ce dispositif 39 comprend un tambour rotatif 40 monté axialement entre deux paliers 41 et 42 dans une enceinte cylindrique 43. Cette dernière présente une fente longitudinale 44 et est revêtue extérieurement d'un calorifugeage 45.

Le dispositif 39 est destiné au refroidissement d'un cylindre à usiner 48 et est disposé parallèlement à l'axe de ce dernier contre la surface duquel le tambour 40 est pressé élastiquement par une fixation à ressorts 50.

Le tambour 40 contient un évaporateur central 51 ménageant entre sa paroi 52 et celle du tambour une chemise annulaire 53. Le palier 41 est ici un joint tournant traversé par une canalisation 54, d'amenée du fluide cryogénique ; cette canalisation, qui est fixe, traverse de bout en bout le tambour et communique, à l'extrémité opposée au palier 41, avec la chemise annulaire ; celle-ci est reliée, par des trous percés dans une extrémité 57 de l'évaporateur, avec l'espace intérieur de celui-ci. L'autre extrémité est reliée par des orifices 60 avec une chambre cylindrique 61 communiquant par des trous ménagés sur son pourtour avec la cavité entourée par l'enceinte 43. Le tambour 40 comporte un tube 93 qui entoure son axe, tourillonne dans le palier 41 et supporte la canalisation 54.

Grâce à cet agencement, le fluide cryogénique arrivant par la canalisation 54 circule dans la chemise annulaire 53 et refroidit ainsi la paroi du tambour 40. Ce dernier, qui est au contact du cylindre 48, contribue ainsi par rayonnement et par conduction au refroidissement de la zone à usiner. Le fluide quitte

ensuite la chemise 53 et pénètre dans l'évaporateur 51. Il s'y vaporise et les gaz froids résultants s'échappent par les orifices 60 et le pourtour de la chambre 61 pour arriver au contact du cylindre 48 par la fente 44.

La figure 7 montre une autre forme de réalisation, très analogue à la précédente. Les éléments homologues sont indiqués par les mêmes chiffres de référence. Cependant, l'arrivée du fluide cryogénique se fait par le palier 42, directement à l'extrémité 56 de la chemise 53. Le palier 42, qui forme joint tournant, est intérieur à l'enceinte calorifugée et est donc "froid", alors que précédemment le palier 41 était "chaud". En plus, le fluide provenant de la chemise pénètre dans l'évaporateur par la surface cylindrique de celui-ci.

On notera que dans les formes de réalisation décrites et représentées aux figures 6 et 7, ainsi d'ailleurs que dans la variante selon la figure 8, la canalisation 54 d'arrivée de fluide froid est une canalisation fixe pénétrant dans le tambour. Cette disposition permet de simplifier la construction et dispense de l'emploi de joints tournants à très bonne étanchéité. En effet, des fuites peuvent être tolérées dans le dispositif, au niveau du palier correspondant, puisqu'elles se produisent à un endroit où il existe déjà, par construction, une circulation de gaz froid ; en tout état de cause, elles contribuent à l'effet de refroidissement désiré.

La forme de réalisation de la figure 8 montre une variante plus simple. Il n'y a pas cette fois d'évaporateur central. Le fluide cryogénique arrive par le tube 54, traversant le palier "chaud" 41 et pénètre dans un évaporateur annulaire 80 disposé dans le tambour 39. Dans cet évaporateur, le fluide suit un parcours plus ou moins long imposé par des chicanes 81, en sort par des trous 82 et vient enfin au contact du cylindre à usiner par la fente 44.

La figure 9 représente en coupe transversale un dispositif analogue à celui de la figure 7. Il diffère de ce dernier par l'addition de deux déflecteurs 90a, 91a, qui guident le long du cylindre à usiner 48a le fluide sortant de la fente 44, ce qui améliore l'échange thermique. Si le cylindre présente un diamètre différent, comme celui représenté en 48b, on utilise d'autres déflecteurs, 90b et 91b, adaptés à ce nouveau diamètre.

Des déflecteurs analogues peuvent être adaptés aux dispositifs des figures 6, 7, 8.

De tels déflecteurs peuvent également équiper les dispositifs illustrés aux figures 6 à 8.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de refroidissement cryogénique, notamment pour l'usinage d'objets réalisés dans un matériau mou à la température ordinaire, tel que matière plastique ou caoutchouc, dans lequel on utilise un courant d'un fluide cryogénique, caractérisé en ce qu'on dirige sur la zone d'usinage de l'objet un jet de gaz obtenu par vaporisation de ce courant fluide, cette vaporisation étant effectuée dans le voisinage immédiat de ladite zone et la chaleur de vaporisation étant prise en majeure partie audit objet par rayonnement et par convection forcée.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le jet obtenu par vaporisation du fluide cryogénique n'est pas intentionnellement mélangé de gaz ambiant avant qu'il ne touche la zone d'usinage.

3. Procédé selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce qu'une partie au moins du courant de fluide cryogénique en cours de vaporisation est maintenu en contact d'échange thermique par conduction avec l'objet à usiner, en amont de la zone en cours d'usinage.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'on isole thermiquement de l'air ambiant le courant de fluide en cours de vaporisation, en dehors de ses régions d'échange thermique avec l'objet à usiner.

5. Élément évaporateur-radiateur pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend une enceinte fermée dans laquelle pénètre un canal d'arrivée de fluide cryogénique et dans laquelle est ouvert au moins un orifice pour la projection du gaz provenant de la vaporisation de ce fluide, des moyens de diffusion et d'échange thermique étant disposés entre le débouché du fluide dans l'enceinte et l'orifice de projection, et caractérisé en outre en ce que ladite enceinte comporte une face radiante qui est au contact des moyens d'échange thermique et est adaptée à épouser sensiblement le contour de l'objet à usiner.

6. Élément selon la revendication 5, caractérisé en ce que la paroi de l'enceinte, à l'exception de la face radiante, est revêtue d'une isolation thermique.

7. Élément selon la revendication 6, caractérisé en ce que les moyens de diffusion et d'échange thermique consistent en un serpentin prolongeant le canal d'arrivée du fluide cryogénique et se terminant à l'opposé de l'orifice de projection, et en un remplissage bon conducteur de la chaleur dans l'enceinte autour dudit serpentin.

8. Dispositif formé par une série d'éléments selon la revendication 6, caractérisé en ce que chaque élément comporte une face radiante sensiblement plane et en ce que lesdits éléments sont articulés entre eux de manière réglable pour que leurs surfaces radiantes, toutes dirigées d'un même côté, constituent une surface polygonale adaptée à épouser le contour de l'objet à usiner.

9. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 3,

caractérisé en ce qu'il comprend un tambour rotatif pressé élastiquement contre l'objet à usiner, ledit tambour contenant un évaporateur communiquant en amont avec une chemise annulaire ménagée entre ledit évaporateur et la paroi intérieure dudit tambour, et reliée à une source de fluide cryogénique, et communiquant en aval avec des  
5 orifices de décharge vers l'objet à usiner.

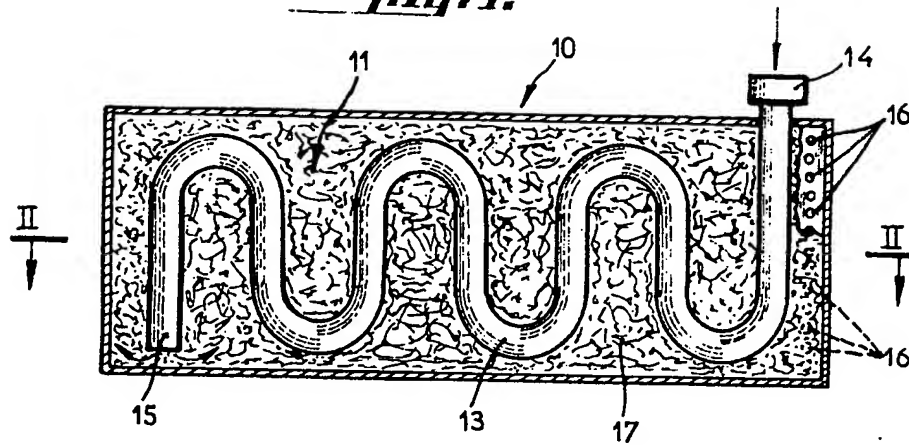
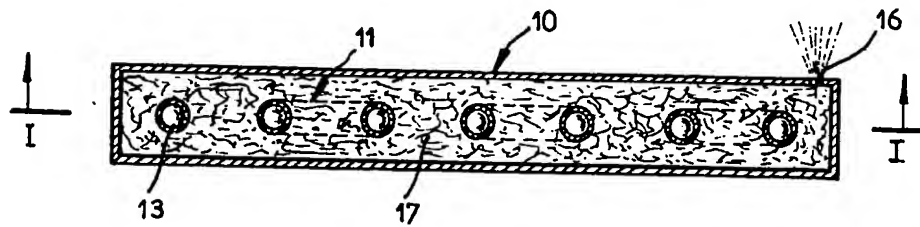
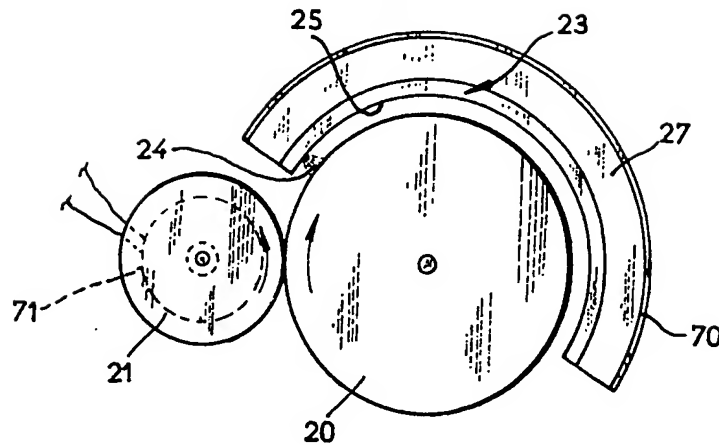
10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que le tambour est monté dans une enceinte cylindrique calorifugée extérieurement et présentant une fente longitudinale adaptée à permettre le contact direct du tambour avec l'objet à usiner.

10 11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que la chemise annulaire est reliée à la source de fluide cryogénique par une canalisation traversant un des paliers de montage du tambour dans ladite enceinte.

12. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il comporte de part et d'autre de la fente deux déflecteurs qui suivent sensiblement le  
15 contour de l'objet à usiner.

13. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte une enceinte dans laquelle se produit la vaporisation du gaz liquéfié et qui se trouve en contact avec l'objet à usiner en amont de la zone en cours d'usinage.



**Fig. 1.****Fig. 2.****Fig. 3.**

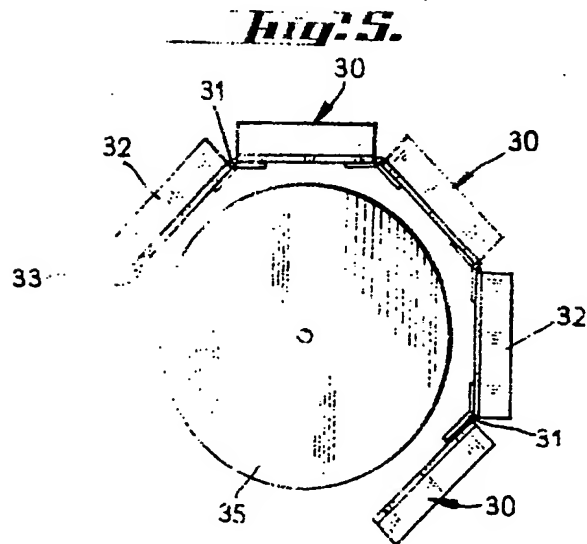
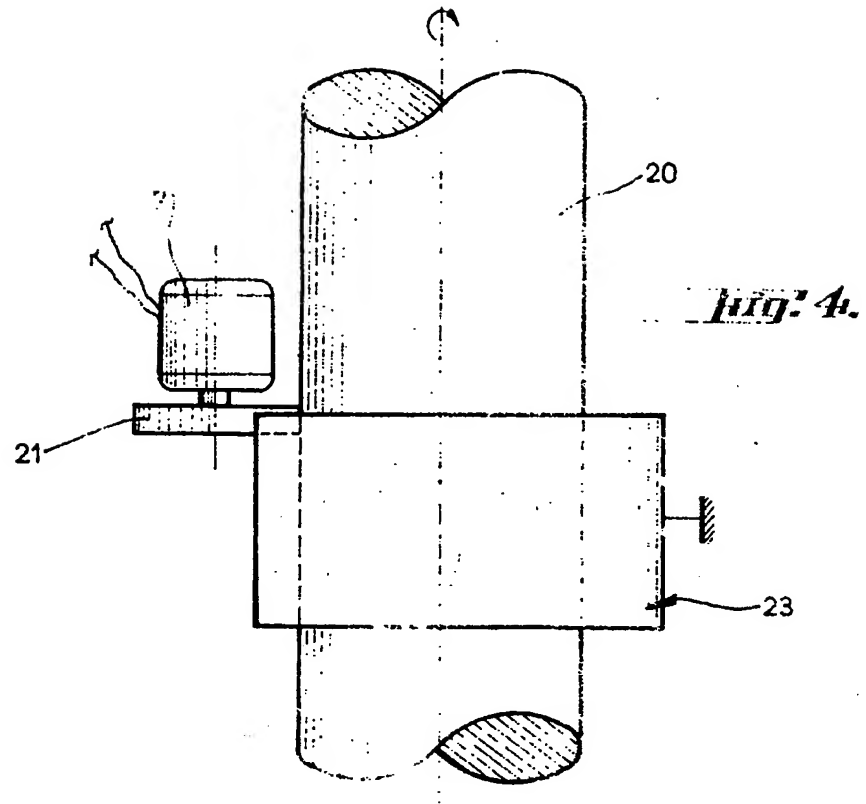


Fig. 6.

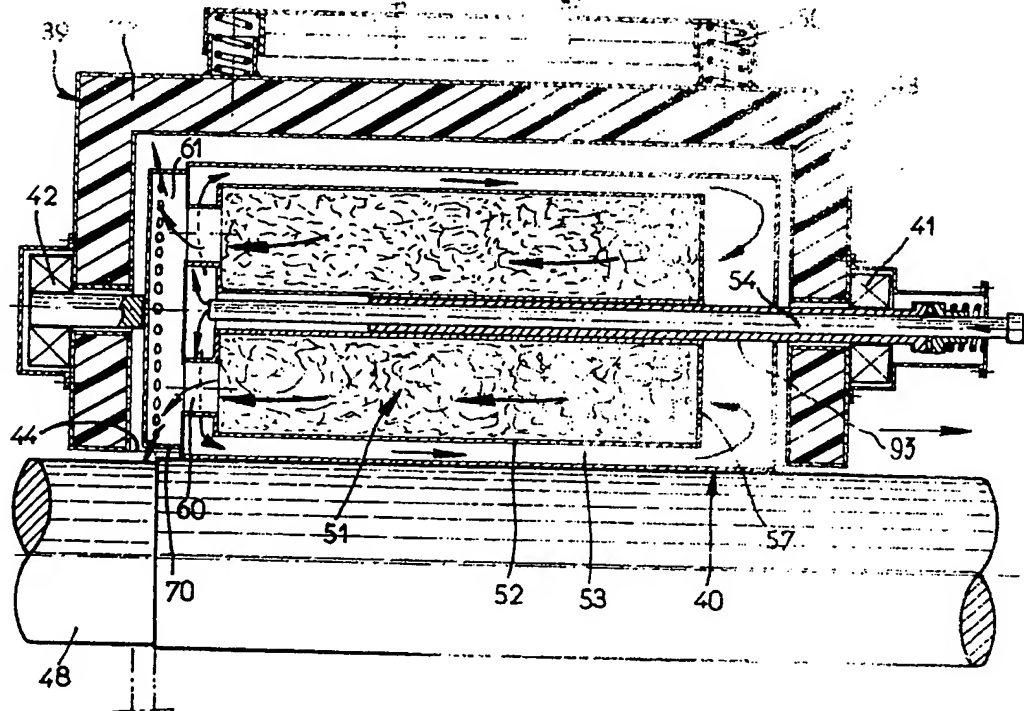
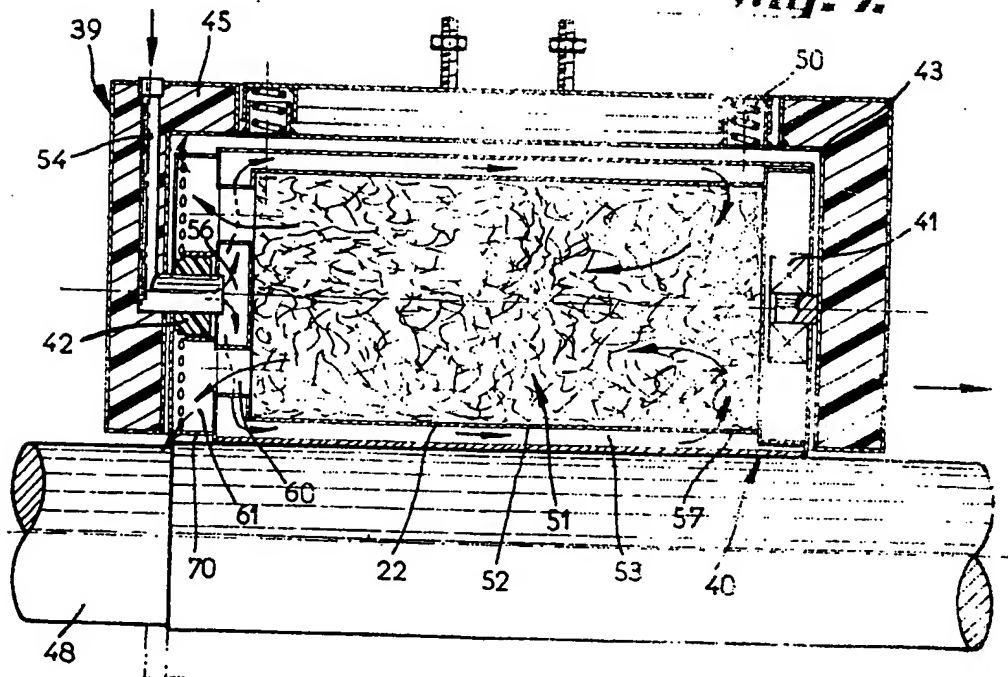
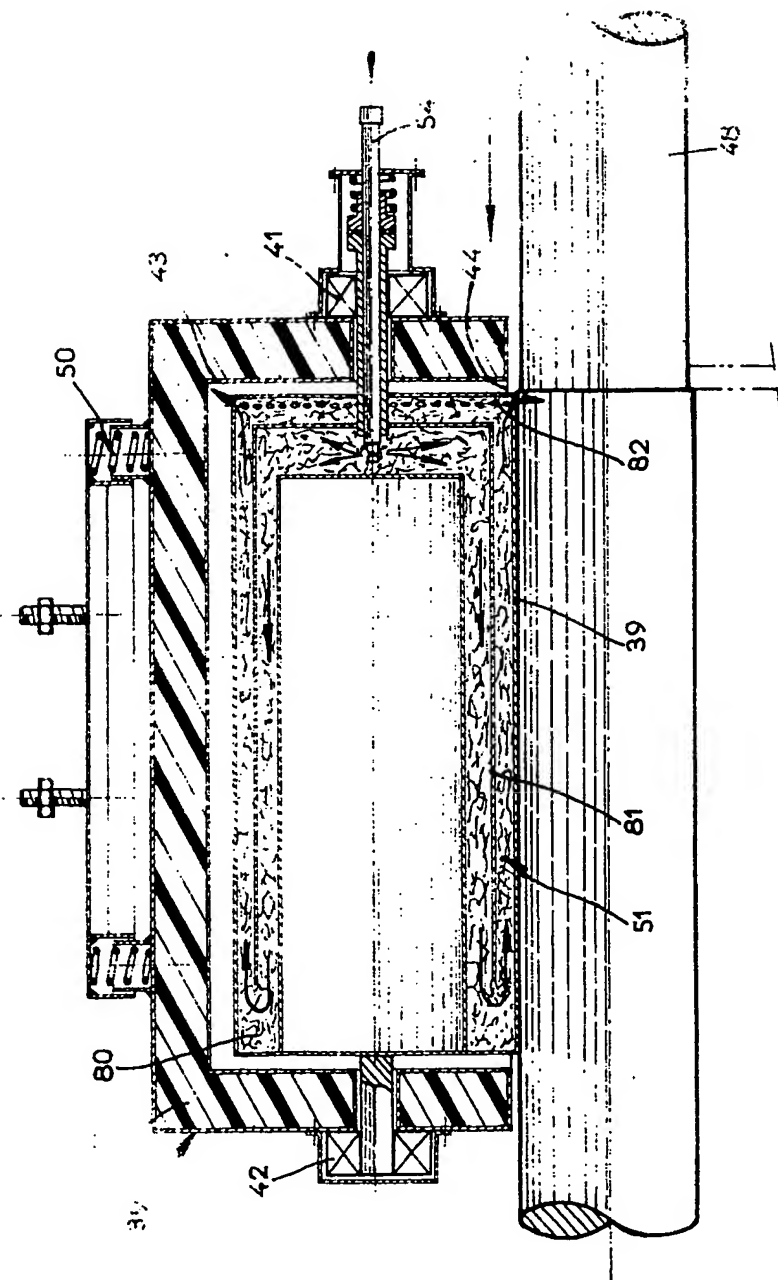
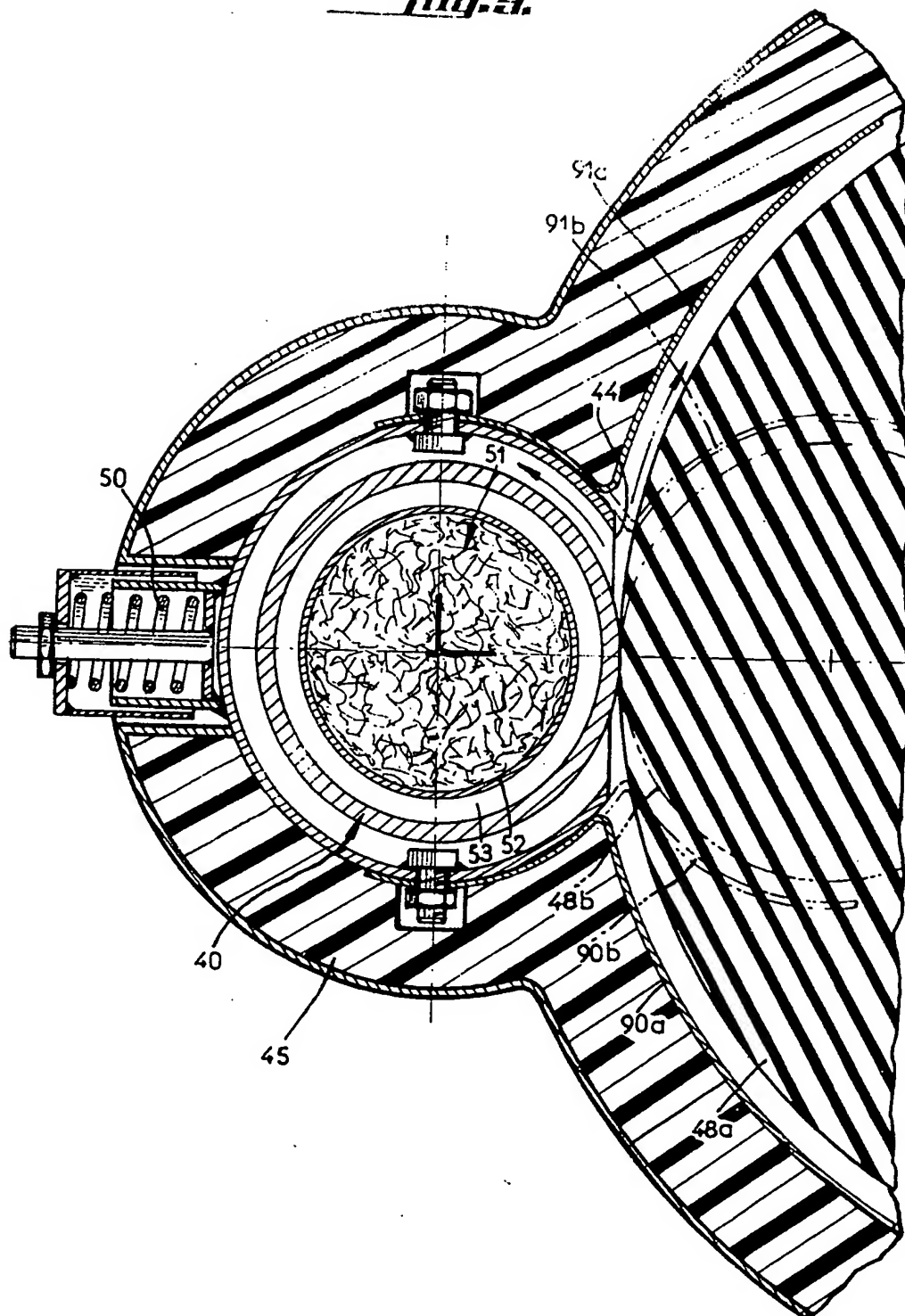


Fig. 7.



*Fig. 6.*

*Fig. 9.*

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images problems checked, please do not report the problems to the IFW Image Problem Mailbox**